

電荷変調吸収スペクトルによる DA 型ポリマーのバンドコヒーレンス解析

Band Coherence Analysis of DA Polymers by Charge-Modulation Spectroscopy

産総研¹, 理研², 〇堤 潤也¹, 松岡 悟志¹, 井川 光弘¹, 尾坂 格², 瀧宮 和男², 長谷川 達生¹AIST¹, RIKEN², 〇Jun'ya Tsutsumi¹, Satoshi Matsuoka¹, Mitsuhiro Ikawa¹, Itaru Osaka², KazuoTakimiya², Tatsuo Hasegawa¹

E-mail: junya.tsutsumi@aist.go.jp

近年、ドナー (D) ユニットとアクセプター (A) ユニットが交互に連なった DA 型ポリマーが、高移動度の薄膜トランジスタ (移動度 $> 1 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$) や高効率な薄膜太陽電池 (変換効率 $> 9\%$) を与える新材料として注目されている。これら材料では、ポリマーの構造的特徴を反映し、結晶性に優れた系からアモルファス性の系への連続的な制御が可能である。本研究では、種々の DA 型ポリマー材料の薄膜トランジスタを作製し、これらのデバイス特性と結晶性、及び種々の分光スペクトルとの相関を系統的に調べた。その結果、電荷変調吸収スペクトルに現れる特徴的なスペクトル構造が、バンドコヒーレンスを反映したものであることが明らかになったので報告する。

測定試料として、5 種類のポリマー半導体をチャンネルとし、ゲート絶縁膜にフッ素系ポリマー (CYTOP) を用いたボトムゲートボトムコンタクト型トランジスタを作製した。作製した素子は、ポリマー材料に依存して $0.0004 \sim 0.2 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ の移動度を示した。これら移動度の異なるポリマー材料について電荷変調吸収スペクトルを測定した結果の例を図 1 に示す。測定は、繰り返し周波数 10 Hz の矩形波電圧 (振幅 5 V) をゲート電極に印可し、これと同期して試料透過光をロックンアンプで検出することで行った。図より、低移動度 ($0.01 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 以下)、高移動度 ($0.1 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 以上) のいずれのポリマー半導体についても、吸収端より低エネルギー側に注入キャリアによる電荷誘起吸収が観測されている。さらに低移動度のポリマーでは、通常の吸収の退色が観測されるのに対し、高移動度のポリマーでは吸収スペクトルの 2 次微分に相当する先鋭なピーク構造が観測されることが分かった。後者の構造は、励起子吸収帯を先鋭化させるバンドコヒーレンスがキャリア注入によって大きく変化したとして解釈することができる。当日は、電荷変調スペクトルの構造とポリマー半導体の結晶性、及びキャリア輸送の相関について議論する。

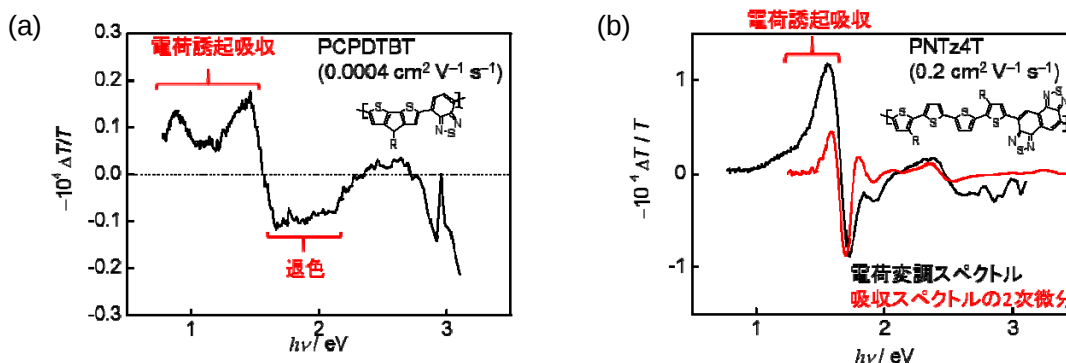


図 1. DA 型ポリマー、(a) PCPDTBT、(b) PNTz4T の電荷変調吸収スペクトル。